

백수의 수질이 양이온성 PAM의 흡착에 미치는 영향

이지영 · 이학래[†] · 윤혜정

(2004년 12월 10일 접수: 2005년 1월 26일 채택)

Effect of White Water Quality on the Adsorption of Cationic PAM on Fibers

Ji Young Lee, Hak Lae Lee[†] and Hye Jung Youn

(Received on December 10, 2004: Accepted on January 26, 2005)

ABSTRACT

Many factors which affect the adsorption of cationic polymers on fibers and fines have been investigated by many researchers that include contact time, pH, collision frequency, properties of cationic polymers and adsorbent, etc. But the effect of white water quality on the adsorption of cationic polymer have not been examined throughly.

In this study, the adsorption of cationic PAM was analyzed as a function of white water quality. The adsorption of the cationic PAM was analyzed by two analysis methods, Kjeldahl nitrogen content measurement and electrokinetic measurements. When the distilled water was used, adsorbed amount of C-PAM and zeta-potential of fibers increased as a function of the addition of C-PAM. When closure level increased, nitrogen content of fibers increased indicating that the cationic PAM was adsorbed. Zeta-potential of fibers, however, showed no significant change with the increased addition of C-PAM. This showed that adsorption of C-PAM was not reflected by zeta-potential of fibers due to the deteriorated efficiency of C-PAM by the anionic contaminants in white water.

Keywords : *cationic polymer, adsorption, C-PAM, white water, Kjeldahl nitrogen measurement, zeta-potential*

• 서울대학교 농업생명과학대학 산림과학부 (Department of Forest Sciences, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul, 151 921, Republic of Korea)

† 주저자 (Corresponding author) : E mail ; lhakl@snu.ac.kr

1. 서론

보류제나 탈수축진제로 사용되는 고분자 전해질을 투입하는 목적은 지층형성과정에서 미세분, 충전물과 다른 미세한 입자를 보류시키고 탈수성을 향상시키기 위함이다.¹⁾ 하지만 고분자 전해질이 효과적인 역할을 수행하기 위해서는 우선 섬유 미세분, 충전물 혹은 장섬유에 흡착되어야 한다. 만약 고분자 전해질이 흡착되지 못하면 경제적 손실 뿐만 아니라 백수의 오염을 높게 된다. 따라서 투입되는 고분자전해질의 흡착을 평가하는 것이 습부의 효과적인 관리를 위한 기본이라 할 수 있다.

고분자 흡착에 영향을 미치는 인자는 다양하다. 고분자의 분자량이 클수록, 전하밀도가 낮을수록 고분자 흡착이 증가한다고 보고된 바 있다.^{2,3)} 또한 피착제의 특성도 고분자 흡착에 중요하데, 섬유나 충전물의 비표면적이 클수록 고분자가 우선적으로 흡착되며, 표면전하 또한 고분자 흡착에 많은 영향을 준다고 보고되었다.⁴⁾ 고분자와 피착제의 특성 뿐만 아니라 pH, 충돌횟수, 반응시간 등과 같은 외부조건에 의해서도 고분자의 흡착현상은 많은 영향을 받는다. 하지만 지료의 조성 시 사용된 용수의 수질에 따른 고분자 전해질의 흡착에 대해서는 충분한 연구가 수행되지 않았다. 물론 지료의 전기전도도를 전해질의 농도로 조절한 상태에서 고분자 전해질의 흡착³⁾이나 용수의 오염도에 따른 보류도와 탈수성에 대한 연구⁵⁻⁷⁾들은 발표된 바 있으나 고분자에 의해 발생하는 보류도, 응집형성 및 탈수성 변화의 근본 원인이라 할 수 있는 고분자 흡착에 대한 연구는 거의 진행되지 않았다. 특히 최근 환경에 대한 관심과 규제가 강화되고 있는 실정이기 때문에 제지공정의 폐쇄화는 더욱 빠르게 진행될 전망이다. 따라서 공정의 폐쇄화에 의해 야기될 백수의 수질 악화가 고분자의 흡착 현상과 이에 따른 초지공정의 변화에 대한 연구가 시급하다 할 수 있다.

본 연구에서는 백수의 수질변화에 따른 양이온성 PAM의 흡착을 평가하였다. 이를 위해 오염도가 높은 백수를 실험실적으로 제조하였고, 이를 증류수로 희석하여 오염 수준이 다른 다양한 백수를 준비하였다. 고분자 흡착은 섬유의 질소함량을 통하여 정량 분석하였고, 섬유의 제타포텐셜과 펄프 상

등액의 양이온 요구량을 측정하여 정성적 분석도 병행하였다. 이를 통하여 백수의 재활용율이 높은 공정에 있어 고분자의 흡착현상에 대한 신속한 평가 및 제어를 위한 기초 자료를 마련하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험재료

본 연구에서는 펄프의 종류에 의한 고분자의 흡착을 변이를 최소화하기 위하여 활엽수 BKP만을 펄프로 사용하였다. 실험실적으로 백수를 제조하기 위하여 백상지, 도공지 및 BCTMP를 사용하였다.

고분자 전해질로는 Ciba사에서 분양받은 양이온성 PAM을 사용하였다. 양이온성 PAM은 상호비교를 위해 상대적으로 분자량이 높고 전하밀도가 낮은 C-PAM1과 분자량이 낮고 전하밀도가 높은 C-PAM2를 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 섬유 및 고분자 전해질 준비

섬유의 제타포텐셜 측정 시 균일한 섬유 패드 형성을 위하여 진동스크린을 이용하여 섬유를 분급하였다. 분급 시 50 메쉬 스크린을 통과하고 100 메쉬를 통과하지 못한 섬유를 수집한 후 증류수로 세척, 여과한 후 사용하였다.

양이온성 PAM은 0.5% 농도 조건에서 1시간 동안 600 rpm의 속도로 교반하면서 증류수에 용해시켰으며, 펄프슬러리 내에서 균일한 분산을 위해 양이온성 PAM 용액은 다시 0.01%로 희석하여 첨가하였다.

고분자 전해질의 특성을 평가하기 위하여 점도와 전하밀도를 측정하였다. 점도는 양이온성 고분자 전해질의 분자량을 반영하는 것으로 0.5%, 25°C의 조건에서 저전단 점도계를 이용하여 측정하였다. 전하밀도는 양이온성 고분자 전해질의 정전기적 성질을 나타내는 지표로 농도 0.01%에서 Mütek사의 PCD(particle charge detector)를 이용하여 측정하였다. Fig. 1에 양이온성 PAM의 점도와 전하밀도를 나타내었다. 상대적으로

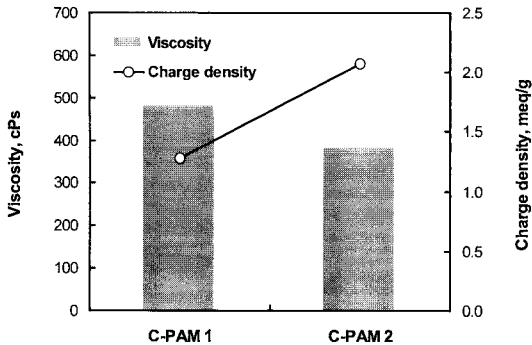


Fig. 1. Viscosity and charge density of C-PAM1 and C-PAM2.

C-PAM1이 점도가 높았고 C-PAM2가 전하밀도가 높게 나타났다.

2.2.2 백수 제조 과정

백수의 오염도에 많은 영향을 줄 수 있는 물질로 잘 알려진 백상지, 도공지 그리고 BCTMP를 6:2:2의 비율로 하여 백수제조의 원료물질로 사용하였다.²⁾ 이 원료를 Fig. 2에 도시한 것과 같이 2%의 농도가 되도록 한 후 펄퍼에서 1시간 동안 교반하였다. 이 때 온도는 60°C로 높게 유지하여 원료에 함유되어 있던 각종 오염물질이 용출되도록 하였다. 백수제조 시 백수의 오염도를 증가시키기 위해 백수의 순환 횟수를 5회로 하였다. 백수 내에 존재하는 회분과 미세분을 제거하기 위하여 500 G, 상온의 조건에서 30분간 원심분리를 실시하였다. 이렇게 준비된 백수 원수의 오염도를 100%로 하고 이를 증류수와 혼합하여 오염도가 낮은 백수를 준비하였다. 예를 들어 준비된 백수의 혼합비율 50%이고 증류수의 비율이 50%인 경우에는 백수의 오염도를 50%로 나타내었으며, 오염도 75%인 백수는 백수 원수 75%와 증류수 25%를 혼합한 경우를 의미한다.

백수의 수질은 전기전도도(conductivity), 화학적 산소요구량(chemical oxygen demand; COD), 총 용존물질함량(total dissolved solid; TDS), 양이온 요구량(cationic demand), 탁도(turbidity)를 측정하여 평가하였다.

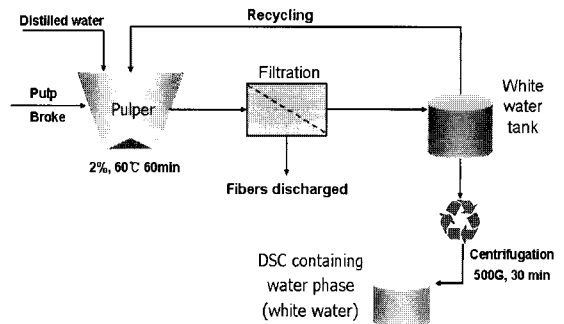


Fig. 2. White water preparation.

2.2.3 고분자 전해질의 흡착 실험 방법

흡착평형조건을 결정하기 위하여 양이온성 PAM과 섬유와의 반응시간에 따른 양이온성 PAM의 흡착거동을 평가하였다. 증류수 조건에서 전건섬유 1 g에 대해 0.8 mg의 양이온성 PAM을 투입한 후 0.5%, 500 g의 펄프 슬러리를 제조하였다. 준비된 펄프 슬러리를 10~60분 동안 반응시켜 각 10분당 흡착량과 섬유의 제타포텐셜을 측정하였다.

증류수 조건에서는 양이온성 PAM을 일정량으로 투입한 후 증류수를 이용하여 0.5%의 펄프 현탁액 500 g를 제조한 후 교반기에서 10분 동안 200 rpm으로 교반하면서 반응시켜 실시하였다. 반응시간이 지나면 여과법을 이용하여 섬유와 여액을 분리한 후 여액의 양이온 요구량과 섬유의 질소함량, 제타포텐셜을 측정하였다.

수질이 다른 공정수를 이용하여 농도 0.5%인 지료 490 g을 준비하고 섬유와 공정수를 반응시킨 후 각각 농도를 달리한 양이온성 PAM을 10 g씩 첨가하였다. 농도를 달리한 이유는 고분자 용액의 첨가량은 일정하게 하되 지료 내에 투입되는 양이온성 고분자 전해질의 함량을 달리하기 위해서였다. 이 다음 200 rpm으로 교반하면서 10분간의 반응시키고 여과법을 이용하여 섬유와 여액을 분리시켜 여액의 양이온 요구량을 측정하였고 펄프의 질소함량과 제타포텐셜을 측정하였다.

2.2.4 양이온성 PAM 흡착의 분석

(가) 켈달(Kjeldahl) 질소함량 측정법

양이온성 PAM은 acrylamide 단량체를 중합시

켜 고분자로 제조될 뿐만 아니라 양이온성으로 치환 시 아민기를 도입하기 때문에 질소 원자를 함유하고 있고, 따라서 PAM의 흡착량에 따라서 시료의 질소함량은 선형적 비례관계를 나타낸다. 양이온성 PAM의 흡착을 정량적으로 분석하기 위하여 켈달 질소분석법을 적용하였다. 본 연구에서는 양이온성 PAM이 흡착된 섬유를 105°C의 건조기에서 전건 상태로 건조시킨 후 황산 20 mL를 적용하여 가열 분해 시켰고 0.1N HCl를 이용하여 중화적정을 하였다. 또한 양이온성 PAM의 질소함량을 측정하여 고분자가 흡착된 섬유의 질소함량을 양이온성 PAM 흡착량으로 변환하였다.

(나) 섬유의 제타포텐셜 및 펄프 여액의 양이온 요구량 측정

일반적으로 섬유는 정전기적으로 음전하를 띠고 있다. 이는 pH에 따라 음전하를 띠는 카르복실기가 섬유표면에 존재하기 때문이다. 따라서 초지공정상에 적용되는 양이온성 첨가제들이 투입되면 섬유표면에 정전기적 인력에 의해 흡착되며 이에 따라 변화되는 섬유의 표면적 특성을 제타포텐셜이 반영한다.

본 연구에서는 흡착 평형 상태에 도달한 섬유를 여과법을 이용하여 거른 후 증류수에 다시 해리하여 섬유의 제타포텐셜을 측정하였다. 이는 용수 내에 존재하는 이온들에 의해 나타나는 섬유의 제타포텐셜 변이를 최소화함으로써 순수한 양이온성 PAM의 흡착에 의해 나타나는 섬유의 제타포텐셜

변화를 평가하기 위함이었다.

양이온 요구량이란 용수 내에 존재하는 음이온성 물질을 표준 적정용액으로 적정할 때 용수가 정전기적으로 중성이 되기 위해 필요한 표준 적정용액의 함량을 나타낸다. 따라서 양이온 요구량은 용수 내에 존재하는 음이온성 물질 함량과 비례관계를 나타낸다. 또한 양이온성 고분자 전해질이 섬유상에 흡착되면서 펄프 상등액에 존재하는 음이온성 물질과 함께 섬유상에 흡착되기도 하므로 양이온 요구량은 고분자 전해질의 흡착을 정성적으로 판단할 수 있는 중요한 측정 항목이라고도 할 수 있다. 본 연구에서는 펄프 상등액 10 mL를 0.001N poly-DADMAC으로 적정하여 $\mu\text{eq/L}$ 로 환산하여 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

3.1 반응시간에 따른 양이온성 PAM의 흡착 특성

양이온성 PAM과 섬유의 반응시간에 따른 양이온성 PAM의 흡착현상을 Figs. 3-4에 나타내었다. 반응시간과 관계없이 C-PAM1과 C-PAM2의 흡착량은 거의 일정하였다. 이는 양이온성 PAM의 흡착이 매우 빠르게 진행됨을 의미한다. 그러나 섬유의 제타포텐셜은 두 종류의 C-PAM을 투입한 조

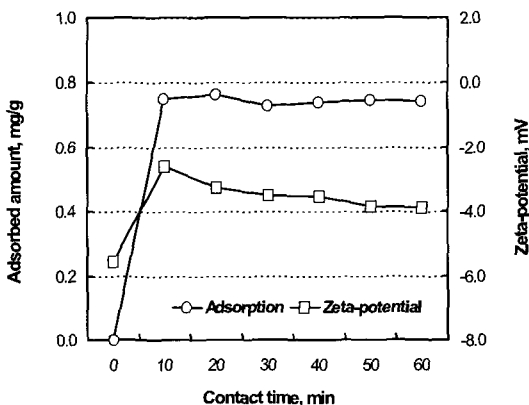


Fig. 3. Adsorbed amount of C-PAM1 and zeta-potential of fibers as a function of contact time.

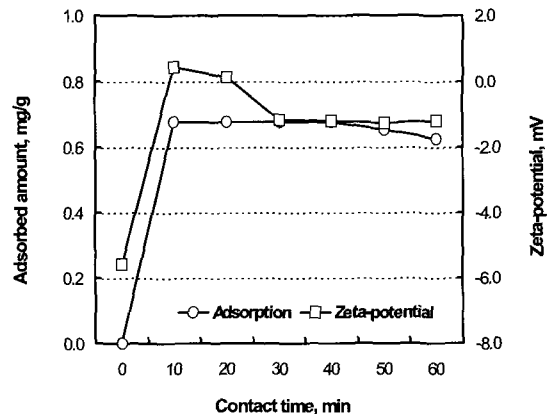


Fig. 4. Adsorbed amount of C-PAM2 and zeta-potential of fibers as a function of contact time.

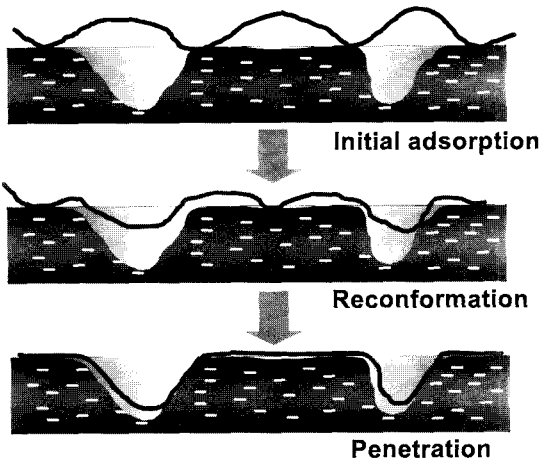


Fig. 5. Adsorption mechanism of poly-electrolyte.

건에서 모두 시간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 섬유유의 제타포텐셜의 감소는 양이온성 고분자 전해질의 흡착 메카니즘과 관련이 있다고 판단된다(Fig. 5). 양이온성 PAM이 펄프에 투입되면 섬유상에 정전기적 인력에 의해 흡착이 되게 된다. 하지만 반응시간이 증가함에 따라 흡착된 양이온성 PAM은 거의 평편한 성상을 나타내게 되고 결국 섬유상에 존재하는 공극사이로 침투하게 된다. 양이온성 PAM이 섬유내부로 침투하게 되면 양이온성 PAM의 흡착에 의해 발현되는 초기의 제타포텐셜보다 낮아지게 된다. 따라서 반응시간이 10분이 경과하면 투입된 양이온성 PAM이 섬유유의 공극으로 침투되고 이에 따라 섬유유의 제타포텐셜이 감소한 것으로 판단된다. 이러한 결과는 Koethe 등의 결과⁸⁾와 동일한 것이었다. 이러한 결과를 바탕으로 양이온성 PAM의 흡착에 따른 섬유유의 제타포텐셜 변화는 양이온성 PAM 투입 후 10분 후 측정하였다.

3.2 증류수 조건에서 양이온성 PAM의 흡착 평가

양이온성 PAM의 흡착을 정량적으로 분석하기 위하여 우선 섬유자체의 질소함량을 측정하였다. 측정 결과 분급 섬유가 가지는 질소함량은 0.026%로 매우 낮았다. 양이온성 PAM의 흡착량 계산 시에는 질소함량 측정값에서 섬유유에 기인하는 질소함

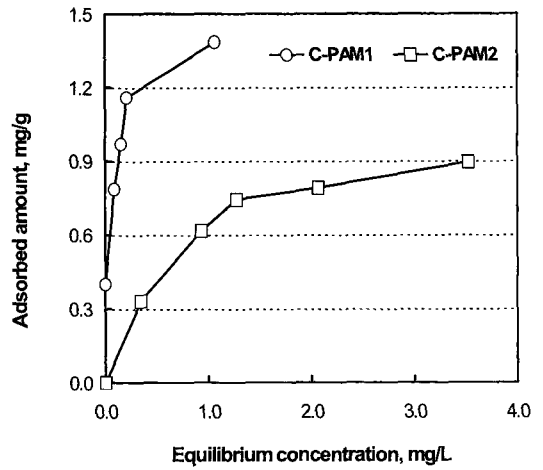


Fig. 6. Adsorption isotherm of C-PAM.

량을 뺀 후 계산하였다.

Fig. 6에 양이온성 PAM의 흡착등온선(adsorption isotherm)을 나타내었다. 흡착등온선은 동일한 온도에서 양이온성 PAM의 평형농도와 흡착량의 상관관계를 나타낸 것이다. 흡착등온선을 보면 분자량이 높은 C-PAM1이 전하밀도가 높은 C-PAM2보다 흡착이 더 많이 일어난다는 것을 알 수 있다. 그 원인은 Figs. 7-8에 도시된 C-PAM의 흡착과 섬유유의 제타포텐셜 변화를 근거로 판단할 수 있다. 본 연구의 투입량 범위 내에서는 첨가되는 C-PAM1은 거의 모두 흡착이 되는 것으로 판단되었으며, 이는 섬유유의 제타포텐셜 변화를 통하여 알 수 있었다(Fig. 8). C-PAM1은 첨가됨에 따라 섬유유의 제타포텐셜을 계속 직선적인 증가 경향을 보였다. 이는 양이온성 PAM에 의해 섬유표면이 완전히 중화되지 못했기 때문이라 판단된다. 그러나 C-PAM2는 투입량이 낮은 경우에는 투입량이 증가함에 따라 흡착량이 증가하였으나 투입량 1.0 mg/g 이상에서는 흡착량 증가가 크게 저하되었으며(Fig. 6), 섬유유의 제타포텐셜 변화도 비슷한 결과를 나타내었다(Fig. 8). 이는 C-PAM1보다 전하밀도가 약 2배 정도 높은 C-PAM2가 흡착되는 경우에는 낮은 첨가량에서 섬유유의 제타포텐셜이 양전하로 역전되기 때문에 C-PAM2의 투입량이 높은 경우에는 미흡착량 역시 증가하기 때문이라고 판단된다. 이로부터 투입량이 일정한 경우 C-PAM1이

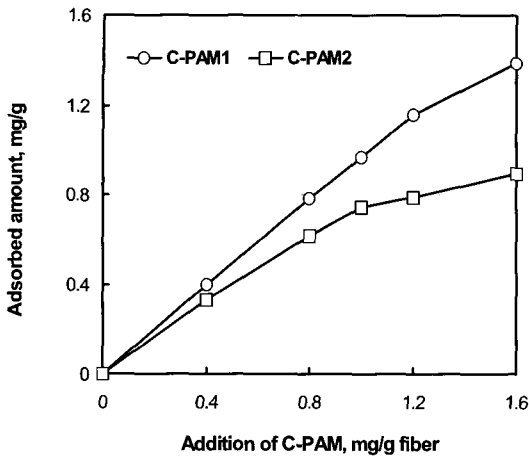


Fig. 7. Adsorbed amount of C-PAM on fibers as a function of the addition of C-PAM.

C-PAM2보다 더욱 잘 흡착된다고 말할 수는 있으나 공정상에서 보류제 혹은 탈수촉진제로서 섬유응집을 유도하기 위해서 요구되는 섬유의 제타포텐셜 중화능력은 C-PAM2가 우수하다고 할 수 있다.

3.3 백수의 사용비율에 따른 수질 평가

제조된 백수의 오염도에 따른 수질을 측정하였다. 백수의 수질을 나타내는 항목은 전기전도도 (conductivity), 화학적 산소요구량(chemical oxygen demand; COD), 총용존물질함량(total dissolved solid; TDS), 양이온 요구량(cationic demand), 탁도(turbidity)였다(Table 1). 그 결과 각각의 항목은 백수의 오염율이 증가함에 따라 거의 직선적으로 증가하였다. 이러한 결과는 초지공정상에서 청수 사용량이 감소함에 따라 공정상에서 백수 오염도가 증가할 것임을 보여준다.

그러나 전기전도도의 경우 100% 오염도에서도

Table 1. Water quality of the prepared white water in laboratory

Dilution of white water	50%	75%	100%
Conductivity, $\mu\text{S}/\text{cm}$	390	536	765
Cationic demand, $\mu\text{eq}/\text{L}$	263	295	471
COD, ppm	1570	2314	3033
TDS, ppm	1550	2130	2900
Turbidity, FTU	106	181	240

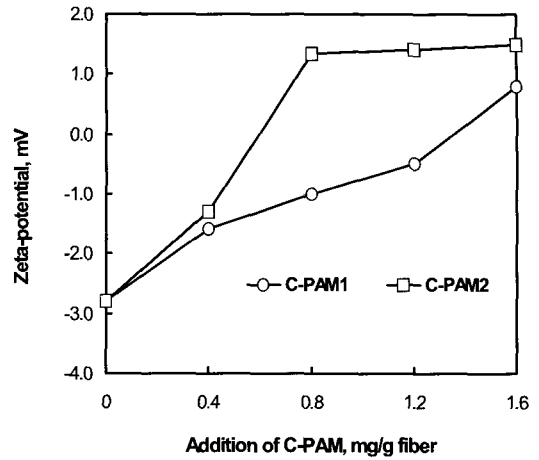


Fig. 8. Zeta-potential of fibers as a function of the addition of C-PAM.

1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이하를 나타내 실제 초지공정에서 나타내는 전기전도도보다 낮았다. 이는 백수 제조 시 미생물의 영향을 최소화하기 위해서 전기전도도가 매우 낮은 증류수를 사용하였기 때문이라고 판단되었다.

3.4 수질에 따른 양이온성 PAM의 흡착 평가

제조된 백수 내에 존재하는 섬유의 양이온성 PAM 흡착 거동을 평가하였다. 먼저 공정수의 수질이 악화됨에 따른 섬유의 질소함량변화를 C-PAM 투입량에 대해 도시하였다(Figs. 9-10). 여기에서 나타난 점선은 양이온성 PAM이 완전히 섬유에 흡착되었을 때의 질소함량을 나타낸 것이다. 투입량이 증가함에 따라 거의 모든 폐쇄화 수준에서 질소함량이 점선보다도 높게 나타난 것을 볼 수 있었다. 이는 양이온성 PAM이 투입되면 백수 내에 존재하는 질소를 함유한 음이온성 오염물질들이 양이온성 PAM과 먼저 반응하고 섬유에 흡착됨으로써 질소함량이 투입되는 양이온성 PAM의 질소함량을 초과한 때문으로 판단된다. Figs. 11-12에서 나타난 섬유의 제타포텐셜은 투입량이 증가함에 따라 거의 변화가 나타나지 않았다. 이는 양이온성 PAM과 반응할 수 있는 음이온성 물질이 양이온성 PAM이 섬유상에 흡착하는 양만큼 같이 섬유에 흡착됨으로써 양이온성 PAM에 의해 섬유의 전하중화를 상쇄

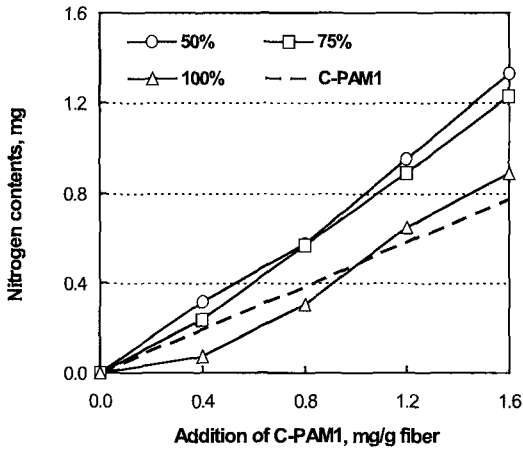


Fig. 9. Effect of white water quality on nitrogen content of fibers (C-PAM1).

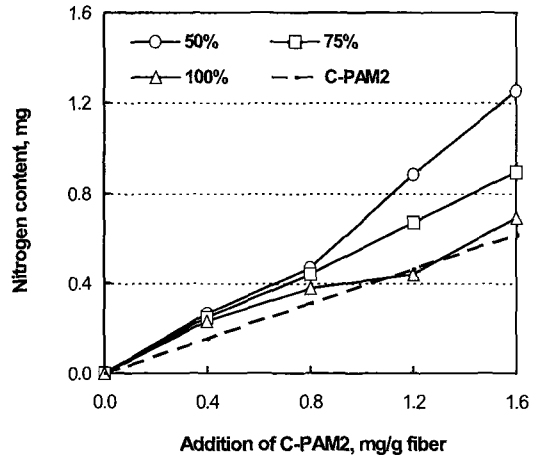


Fig. 10. Effect of white water quality on nitrogen content of fibers (C-PAM2).

시키는 결과로 해석될 수 있다. 물론 백수 내에 존재하는 단순 음이온에 의해서도 양성 PAM의 전하가 중화되었기 때문이라고도 할 수 있다. 그리고 양이온성 PAM의 종류에 따른 질소함량과 섬유에의 제타포텐셜 변화는 거의 차이가 없었다. 이는 백수의 오염이 낮을지라도 본 실험에 사용된 양이온성 PAM의 경우 전하밀도와 분자량에 의해 발현되는 효과가 거의 모두 상쇄된다는 것을 보여준다. 오염물질의 섬유에 대한 흡착현상은 Figs. 13-14에 나타난 양이온 요구량 결과에서도 확인할 수 있다. 여기에서 볼 수 있듯이 투입량이 증가함에 따라 양이온

요구량이 감소하였다. 이는 양이온성 PAM이 투입되면 이와 함께 음이온성 오염물질이 함께 섬유에 흡착되어 공정수내에 존재하는 오염물질들의 함량이 감소하기 때문이다.

본 연구에서는 질소를 함유하고 있는 음이온성 오염물질들에 의한 부작용으로 인해 양이온성 PAM의 흡착을 정량적으로 분석할 수는 없었다. 그러나 투입량이 증가함에 따라 질소함량이 지속적으로 증가하고 있는 것은 양이온성 PAM이 섬유상에 흡착을 하기 때문에 나타나는 결과로 판단되며, 폐쇄화된 초지공정에서 양이온성 PAM의 효율 저하

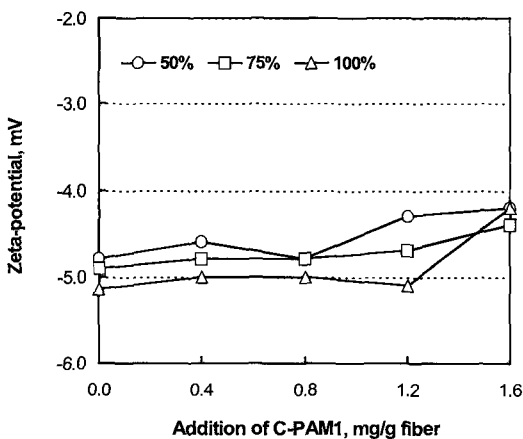


Fig. 11. Effect of white water quality on zeta-potential of fibers (C-PAM1).

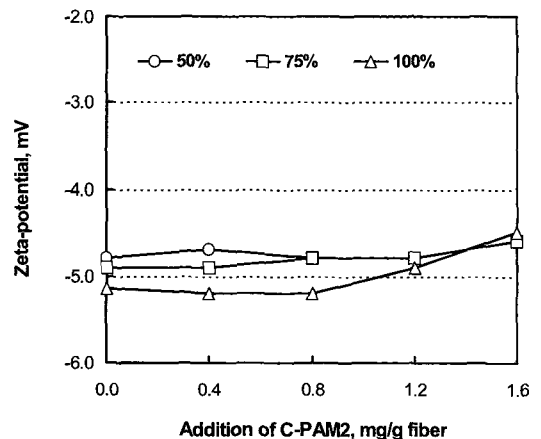


Fig. 12. Effect of white water quality on zeta-potential of fibers (C-PAM2).

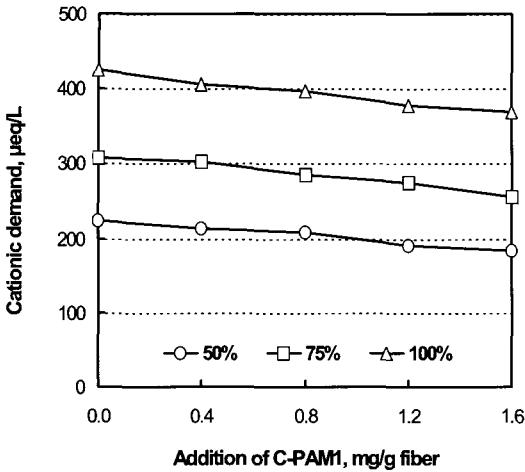


Fig. 13. Effect of white water quality on cationic demand of supernatant (C-PAM1).

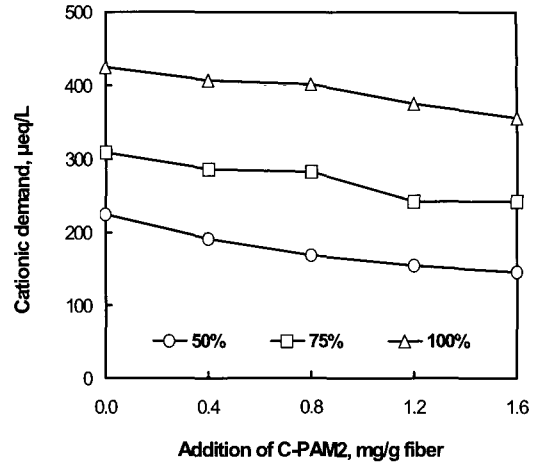


Fig. 14. Effect of white water quality on cationic demand of supernatant (C-PAM2).

는 음이온성 물질이 양이온성 PAM과 반응하여 섬유나 미세분등에 흡착된다는 것을 보여준다. 따라서 양이온성 고분자에 의한 섬유나 미세분의 정전기적 표면특성을 변화는 오염된 용수 내에서 크게 저하된다고 할 수 있다.

4. 결론

백수의 수질에 따른 양이온성 PAM의 섬유상에 대한 흡착 현상을 분석하였다. 정량적 분석으로는 켈달 질소함량 측정법을, 정성적 분석으로는 제타포텐셜과 양이온 요구량을 측정하였다.

양이온성 PAM이 투입됨에 따라 PAM이 흡착된 섬유의 질소함량과 제타포텐셜이 증가하였으나 반응시간이 증가함에 따라 흡착량의 변화는 없었다. 하지만 섬유의 제타포텐셜이 감소하였다. 이는 고분자의 섬유 공극을 통해 PAM이 침투하기 때문이라고 판단되었다. 이러한 침투정도 변화에 따른 오류를 최소화하기 위해서 섬유의 제타포텐셜은 PAM이 투입된 후 10분으로 일정하게 유지하였다.

중류수 내에 존재하는 섬유의 C-PAM 흡착 양상은 정량적 측정과 정성적 측정이 동일한 경향을 나타내었다. 하지만 상대적으로 분자량이 높고 전하밀도가 낮은 C-PAM1의 흡착이 더욱 높게 나타났다. 이는 섬유에 대한 양이온성 PAM의 전하중화

능력과 밀접한 관련이 있는 것으로 판단되었다.

백수의 수질이 악화됨에 따라 백수 내에 존재하는 음이온성 물질이 투입된 양이온성 PAM과 반응하여 섬유상에 함께 흡착되기 때문에 양이온성 PAM의 투입량이 증가함에 따라 섬유의 질소함량이 투입된 C-PAM의 질소함량보다도 높게 나타났다. 이는 백수 조건 하에서도 양이온성 PAM이 섬유에 흡착됨을 보여 주는 것이다. 하지만 이 경우 C-PAM은 음이온성 물질과 반응한 후 섬유에 흡착되므로 섬유의 제타포텐셜의 변화는 거의 나타나지 않았다. 또한 백수의 수질이 악화됨에 따라 C-PAM이 흡착된 섬유는 더 높은 질소함량을 나타내었으나 섬유의 제타포텐셜은 크게 차이를 보이지 못하였다. 이러한 결과로 볼 때 백수의 수질이 악화되게 되면 투입되는 고분자가 백수 내에 존재하는 오염물질들과 반응하게 되어 비록 섬유상에 흡착이 될지라도 응집 효과 등은 미약할 것으로 생각되었다.

감사의 글

이 논문은 청정생산기술사업과 2004년도 두뇌한국 21사업에 의하여 지원되었음.

인용문헌

1. Gess, J. M., Retention of Fines and Fillers During Papermaking, TAPPI Press, 1998.
2. Lang, Matthew H., Polyelectrolyte adsorption kinetics, 1995 Papermakers Conference Proceedings, TAPPI Press.
3. Lindstrom, T. and Wagberg, L., Effects of pH and electrolyte concentration on the adsorption of cationic polyacrylamides on cellulose, Tappi J. 66(6): 83-85 (1983).
4. Marton, J., The role of surface chemistry in fines - cationic starch interactions, Tappi J. 63(4): 87-91 (1980).
5. Allen, L., Polverari, M., Levesque, B. and Francis, W., Effects of system closure on retention- and drainage-aid performance in TMP newsprint manufacture, Tappi J. 82(4): 188-195 (1999).
6. Allen, L., Polverari, M., and Sithole, B., Effects of system closure on retention and drainage aid performance in TMP newsprint manufacture, part II, 2001 Papermakers Conference Proceedings, TAPPI Press.
7. Miyanishi, T. and Motegi, S., The effect of mill closure on the flocculation of various retention aid chemicals, Tappi J. 84(3), (2000).
8. Koethe, J. and Scott, W., Polyelectrolyte interaction with papermaking fibers: The mechanism of surface charge decay, 1993 Papermakers Conference Proceedings, TAPPI Press.